

(51) Int.Cl.⁶
 G 0 1 T 1/29
 A 6 1 B 6/00
 G 0 1 N 23/04

識別記号
 3 0 0

F I
 G 0 1 T 1/29
 A 6 1 B 6/00
 G 0 1 N 23/04

B
 3 0 0 Q

審査請求 未請求 請求項の数1 O.L (全6頁)

(21)出願番号 特願平9-18245

(22)出願日 平成9年(1997)1月31日

(71)出願人 000001993

株式会社島津製作所

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72)発明者 馬場 歩

京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

株式会社島津製作所三条工場内

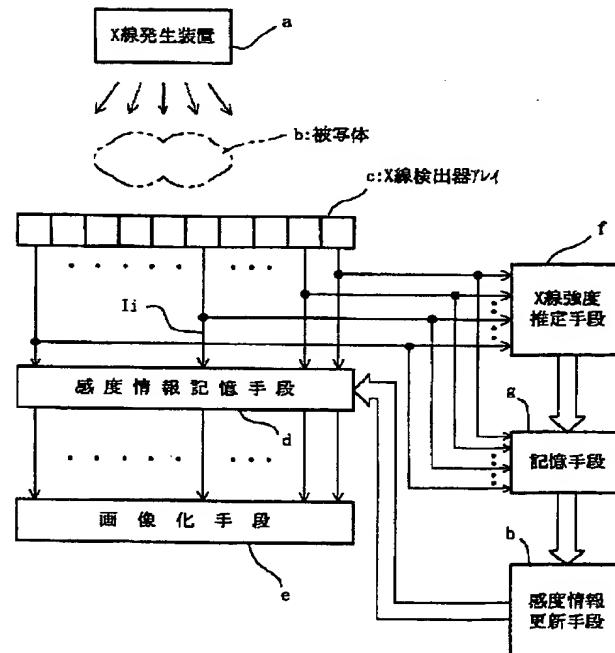
(74)代理人 弁理士 倉内 義朗

(54)【発明の名称】 X線撮像装置

(57)【要約】

【課題】 感度較正のための正確なX線源や付加的な機械的構造を必要とすることなく、簡単な操作によってX線検出器アレイの各チャンネルの感度較正を行うことのできるX線撮像装置を提供する。

【解決手段】 被写体bの不存在下で各チャンネル出力I_iを平均化処理してX線検出器アレイcの爆射X線強度Jを推定し、その推定されたX線強度Jと個々のチャンネル出力I_iを記憶手段gに記憶する動作を、X線発生装置aからのX線強度を複数回にわたって変更しつつ繰り返すことで、個々のチャンネルについての複数点にわたるX線強度-出力特性を記憶手段gに格納し、その内容を用いて感度情報記憶手段dの各チャンネルの感度情報を更新する。



較正のためのみに付加的な機械的構造を必要とするばかりでなく、感度較正のために正確な線量並びに強度のX線を爆射することのできるX線源を必要とする。

【0007】本発明はこのような実情に鑑みてなされたもので、感度較正のための付加的な機械的構造を必要とすることなく、また、正確なX線源を必要とすることなく、簡単な操作のもとに自動的に各チャンネルの感度較正を行うことのできるX線撮像装置の提供を目的としている。

10 【0008】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するための構成を、図1に示す基本概念図を参照しつつ説明すると、本発明のX線撮像装置は、X線発生装置aと、そのX線発生装置aに対向配置されて被写体bを透過したX線を検出する1次元または2次元のX線検出器アレイcと、そのX線検出器アレイcの各チャンネル出力I_iを感度情報記憶手段dに記憶されている各チャンネルごとの感度情報を用いて補正したうえで、画素情報として用いてX線像を構築する画像化手段eを備えたX線撮像装置において、被写体bの不存在下で上記各チャンネル出力I_iを平均化処理して当該X線検出器アレイcの爆射X線強度Jを推定するX線強度推定手段fと、その推定されたX線強度Jと個々のチャンネル出力I_iとの関係を記憶する記憶手段gを備えるとともに、X線発生装置aからの照射X線強度を変更することにより記憶手段gに格納される個々のチャンネルについての複数点にわたるX線強度-出力特性を用いて、上記感度情報記憶手段dの個々のチャンネルの感度情報を更新する感度情報更新手段hを備えていることを特徴とするX線撮像装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、1次元または2次元のX線検出器アレイを用いたX線撮像装置に関する。

【0002】

【従来の技術】1次元または2次元のX線検出器アレイを用いたX線撮像装置においては、一般に、X線発生装置からのX線を被写体に照射したときに得られる透過X線をX線検出器アレイで受け、そのX線検出器アレイの各チャンネル出力を画素情報としてX線像を構築する。

【0003】X線検出器アレイは、例えばフォトダイオードアレイにシンチレータを貼りつけたもの等が用いられ、各チャンネルの感度は互いに異なるため、あらかじめ各チャンネルごとに感度情報を求めておき、撮像に際してはその感度情報を用いて各チャンネル出力を個別に補正する必要がある。

【0004】ところで、このようなX線検出器の感度情報を得るための作業、つまり感度較正作業は、原理的には多数の標準X線源を用意し、それぞれに強度が既知でしかも互いの強度が異なる多数のX線を検出器で受け、その入力と出力の関係（感度曲線）を求める必要がある。実際には、標準X線源を用意することは困難であるため、以下のようにして感度曲線を求めていく。

【0005】すなわち、ある厚さの鉛板を用意し、その鉛板に一定条件のX線を照射したときの透過X線を検出器で受け、そのときの出力信号を記録する。鉛板の厚さを複数にわたって異ならしめて同様な作業を行うことによって、ある波長のX線についての検出器の感度曲線を求める。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上のような複数の鉛板を用いた従来の感度較正方法によると、操作者に対し煩わしい操作および作業を強いいるか、あるいは、感度

20

30

40

50

【0009】本発明は、X線発生装置aからの任意強度のX線を被写体b等を介在させずに直接的にX線検出器アレイcに照射したとき、そのX線強度（X線検出器アレイcの爆射X線強度）を各チャンネル出力の平均値から推定し、その推定されたX線強度と個々のチャンネル出力との関係を記憶する動作を、X線発生装置aからの照射X線強度を種々に変更しつつ繰り返すことによって、個々のチャンネルについての複数点にわたるX線強度-出力特性を得て、それに基づいて各チャンネルごとの感度情報（感度曲線）を求め、感度情報記憶手段dの内容を自動的に更新しようとするものである。

【0010】すなわち、X線検出器アレイcのチャンネル数が要求精度との関連において十分に多い場合、被写体b等を介在させずにX線発生装置aからのX線を直接的にX線検出器アレイcに照射したときに得られる各チャンネル出力の平均値は、そのX線検出器アレイcの各チャンネルの標準的な感度曲線上に乗ると見なすことができる。従って、このX線検出器アレイcの各チャンネルの感度に関して、理論的な値ないしは経験値などの標準的な値が既知であれば、上記の平均値からX線検出器アレイcの爆射X線強度を求めることがきる。また、そ

のときの個々のチャンネル出力は、各チャンネルの感度に応じたものであるから、X線発生装置aから照射されるX線強度を何回かにわたって変更させつつ、各回における推定X線強度と個々のチャンネルの出力との関係を記憶していけば、個々のチャンネルについての爆射X線強度-出力特性が得られ、それに基づいて各チャンネルごとの感度曲線を算出することができる。

【0011】ここで、本発明においては、X線検出器アレイcの各チャンネル出力の平均値の算出に当たっては、3σリジェクション等の統計的処理技法等を用いて、不良データ、つまり他との関連において特異な値を示すチャンネル出力を除外することができる。

【0012】

【発明の実施の形態】図2は本発明の実施の形態の全体構成を示す模式図である。X線発生装置1はX線管11とこれを駆動するためのX線高圧発生装置12によって構成されている。X線管11に対向して1次元X線検出器アレイ2が配置されており、これらの間に被写体(図示せず)を置くことにより、その被写体を透過したX線が1次元X線検出器アレイ2によって検出される。

【0013】X線検出器アレイ2の各チャンネル出力は演算装置3に取り込まれ、個々に感度補正並びに空間的補正が加えられた後に、それぞれ画素データとして表示装置4に供給され、画像化に供される。

【0014】図3は、1次元X線検出器アレイ2から表示装置4までの構成を、機能別にブロック化して示すブロック図である。なお、演算装置3は実際にはコンピュータとその周辺機器を主体として構成され、プログラムに従って動作するものであるが、この図3では、そのプログラムに基づく機能ごとにブロック化して示している。

【0015】1次元X線検出器アレイ2は、例えばシンチレータとフォトダイオードアレイとを組み合わせた第1～第nチャンネルの合計nチャンネルの検出器アレイであって、その各チャンネル出力はA-D変換器21によってデジタル化された後、原画素データI_i (i=1, 2, ..., n)として演算装置3の原画素データメモリ31内に格納される。

【0016】通常の撮像時においては、その原画素データメモリ31に記憶された各チャンネルごとの原画素データI_iは、各チャンネルごとの感度情報を記憶する感度補正テーブル32の内容に従って個々に感度補正が加えられるとともに、各チャンネルのX線管11に対する位置情報を記憶する空間的補正テーブル33の内容に従って各チャンネルごとに空間的な補正が加えられた後、表示メモリ34に画素データとして格納される。この表示メモリ34内の各画素データは、表示装置4に対して、その表示画面における各画素の濃淡を決定するデータとして供給される。

【0017】さて、X線検出器アレイ2の各チャンネル

感度の較正は、X線管11とX線検出器アレイ2との間に被写体等の何らの物体を介在させない状態で、X線管11からのX線を直接的にX線検出器アレイ2に照射してその各チャンネル出力を取り込む動作を、X線発生装置1により発生するX線強度を複数回にわたって適宜に変化させることに繰り返すことによって行われる。

【0018】この感度較正時においては、原画素データメモリ31に格納された各チャンネルごとの原画素データI_iは統計処理部35に取り込まれ、ここで3σリジェクション等の処理によって特異値を示すものが除外された後に、各データの平均値I_Aが算出される。この各チャンネル出力からの原画素データの平均値I_Aは、感度曲線理論値テーブル36に供給されて、X線検出器アレイ2の爆射X線強度Jに換算される。

【0019】すなわち、感度曲線理論値テーブル36には、X線検出器アレイ2のチャンネルの感度についての理論的な値または経験値に基づく標準的な感度曲線に係る情報があらかじめ格納されており、X線検出器アレイ2の各チャンネル出力を平均化した値I_Aは、個々のチャンネル感度がばらついていてもチャンネル数が十分に多い場合には標準的な感度曲線に乗ると見なしてよいことから、その平均値I_Aと標準的な感度曲線とから、当該平均値I_Aが得られたときのX線検出器アレイ2の爆射X線強度Jを推定することができる。

【0020】このようにして推定されたX線強度Jの情報は、個々のチャンネルごとに設定された空間的補正テーブル37-i (i=1, 2, ..., n)によって各チャンネルのX線入射面の空間的な位置関係に関する補正が加えられることにより、個々のチャンネルの爆射X線量J_iに補正された後、感度特性メモリ38-i (i=1, 2, ..., n)に、該当チャンネルの原画素データI_iとともに記憶される。

【0021】このような動作を、X線発生装置1により発生するX線の強度のみをm回にわたって変化させることに繰り返すことによって、各感度特性メモリ38-1, 38-2, ..., 38-i, ..., 38-nには、該当チャンネルについて、m種類の被射X線強度とそれに対応するチャンネル出力(原画素データ)との関係が格納されることになる。つまり、第iチャンネルの感度特性メモリ38-iには、j回目のX線照射時における全チャンネルの原画素データの平均値I_{ij}から推定された当該第iチャンネルの爆射X線強度J_{ij}と、そのときの第iチャンネルの原画素データI_{ij}の関係が感度特性メモリ38-iに格納される。m回にわたりX線強度を変化させた後には、この感度特性メモリ38-iには図4にグラフ化して示すように、m点のデータ対J_{ij}-I_{ij} (j=1, 2, ..., m)が格納されることになる。

【0022】このようなm点のX線強度-出力に関する情報が格納された後、各感度特性メモリ38-1, 38-2, ..., 38-i, ..., 38-nの記憶内容は感度曲

線演算部39に送られる。感度曲線演算部39では、個々のチャンネルについて、m点にわたる爆射X線強度J-出力(原画素データ)I特性を用いて感度曲線を求める。この感度曲線の算出に当たっては、データのない部分について内挿および外挿を行って補完する。

【0023】このようにして求められた各チャンネルごとの感度曲線は、前記した感度補正テーブル32に供給されて、その記憶内容の更新に供される。従って、上記のような感度較正動作を行った後には、感度補正テーブル32の内容は現時点における各チャンネル感度を正しく表すものとなり、以後の撮像動作によって得られるX線画像は、各画素ごとに正確に感度補正が施された画像となる。

【0024】以上の本発明の実施の形態において特に注目すべき点は、感度較正時にX線発生装置1から照射されるX線強度が正確に調整されたものでなくとも、そのX線強度が各チャンネル出力の平均化処理によって自動的に推定される点であり、従って従来のように正確なX線源を用いることなく、かつ、複数厚さの鉛板等を用意してこれを逐次入れ替えるといった作業ないしはそのための機構を要することなく、容易に各チャンネルの感度較正を行うことができる。

【0025】なお、感度較正動作時におけるX線発生装置1からの照射X線強度の変更は、人手によってX線高圧発生装置12を操作してもよいし、あるいは感度較正モードの選択により、演算装置3からX線高圧電源12に対して自動的に動作変更指令を与えることによって行ってもよい。

【0026】また、以上の実施の形態における1次元X線検出器アレイ2は、これを固定してもよいし、あるいはX線の爆射中に移動させてもよく、この場合には2次元画像が得られる。また、本発明は2次元のX線検出器アレイを用いたX線撮像装置にも等しく適用し得ることは勿論である。

【0027】更に、以上の実施の形態では、X線検出器アレイをシンチレータとフォトダイオードアレイによって構成した例を述べたが、化合物半導体を用いたX線検出器アレイ等にも本発明を適用し得ることは言うまでもない。

【0028】また、本発明は、X線検出器アレイの各チャンネル出力に基づくX線強度情報を画素濃度としてX線画像を構築するシステムのほか、フォトンカウンティング方式によってX線線量情報を画素濃度としてX線画像を構築するシステムにも適用することができる。この場合、画像化に際しては各チャンネル出力を波高弁別す

ることによってパルス化し、そのパルス数をカウントすることによって画素情報を得るのであるが、前記した実施の形態と同等の感度較正動作によって得られた各チャンネルの感度情報を、波高弁別前に各チャンネル出力を増幅する手段における増幅率の決定に供することにより、各チャンネルの感度補正を行った正確なX線画像が得られる。

【0029】

【発明の効果】以上のように、本発明によれば、X線発生装置からの出力されてX線検出器アレイに爆射されるX線強度を、そのアレイの各チャンネル出力の平均化処理によって推定し、その推定されたX線強度と各チャンネル出力との関係を、X線発生装置からのX線強度を適宜に変更しつつ取り込むことにより、各チャンネルごとの爆射X線強度-出力特性を得て、感度情報記憶手段の内容を自動的に更新するから、従来のこの種の装置のように正確なX線源を必要とすることなく、また、複数の厚さの鉛板等を用意して交換する作業や、あるいはその交換用のメカニズム等を要することなく、極めて簡単な操作のもとにX線検出器アレイの各チャンネル感度を較正することが可能となった。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の構成を示す基本概念図

【図2】本発明の実施の形態の全体構成を示す模式図

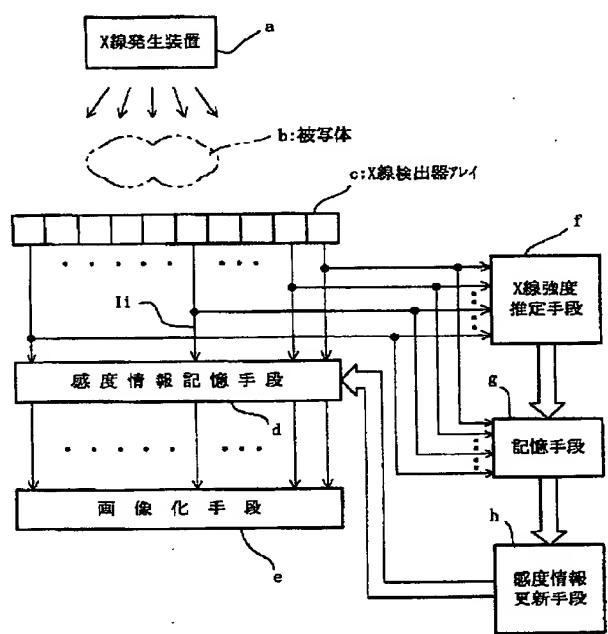
【図3】その1次元X線検出器アレイ2から表示装置4までの構成を、機能別にブロック化して示すブロック図

【図4】その感度特性メモリ38-iの記憶内容をグラフを用いて例示する説明図

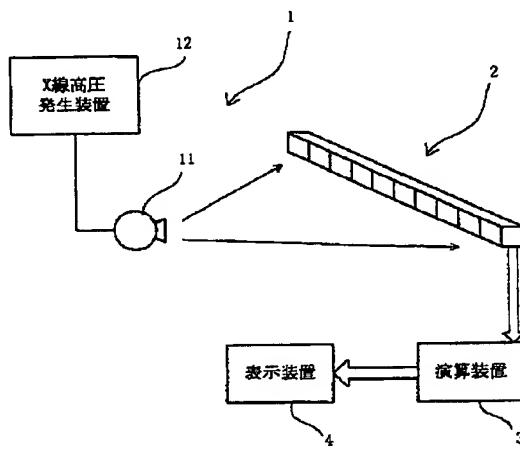
【符号の説明】

30	1 X線発生装置
	1 1 X線管
	1 2 X線高圧発生装置
	2 1次元X線検出器アレイ
	2 1 A-D変換器
	3 演算装置
	3 1 原画素データメモリ
	3 2 感度補正テーブル
	3 3 空間的補正テーブル
	3 4 表示メモリ
40	3 5 統計処理部
	3 6 感度曲線理論値テーブル
	3 7-i 空間的補正テーブル
	3 8-i 感度特性メモリ
	3 9 感度曲線演算部
	4 表示装置

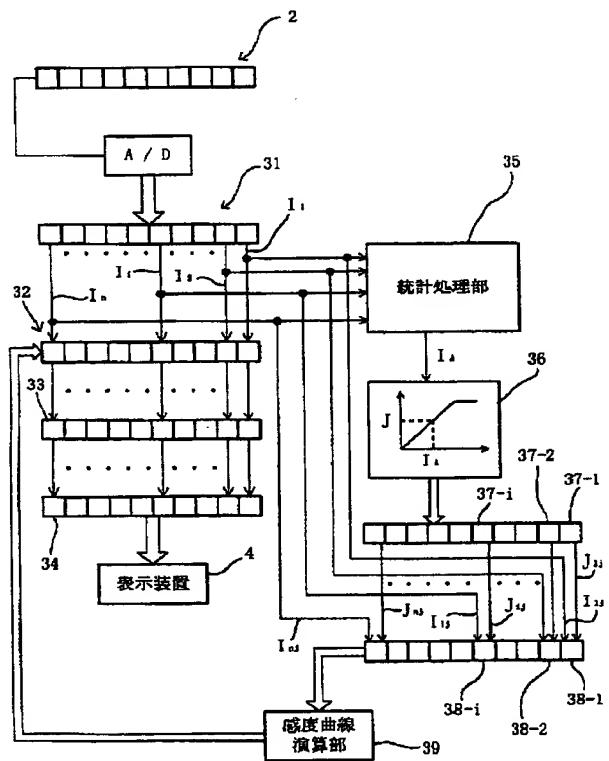
【図1】



【図2】



【図3】



【図4】

